

## SEPARATOR FOR FUEL CELL, AND FUEL CELL

[71] Applicant: AISIN SEIKI

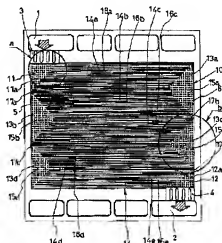
[72] Inventors: SHA TAKESHI; KAJIO  
KATSUHIRO; TSUKANE TAKAHIDE

[21] Application No.: NA

[22] Filed: 19981127

[43] Published: 20000616

[30] Priority: JP JP1998337875A 19981127

[Go to Fulltext](#)

## [57] Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce contact resistance to an electrode while eliminating staying gas and condensed water.

**SOLUTION:** In this separator, a gas flow groove 10 is formed of an inlet side flow groove part 11 positioned at an inlet 3 side, an outlet side flow groove part 12 positioned at an outlet 4 side, and an intermediate flow groove part 14 positioned between them. The intermediate flow groove part 14 is formed of separate flow groove parts 14a-14e respectively formed into a straight groove from one end to the other end and return groove parts 13a-13d returned at each end. The return groove parts 13a-13d are respectively formed into an intermittent groove, and a distance from a boundary between the return groove parts 13a-13d and the separate flow grooves 14a-14d to the flow groove ends 5, 6 is formed so as to be reduced as it separates far from boundary projecting parts 17a-17d provided between the separate flow grooves 14a-14d.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO&Japio

[52] US Class:

[51] Int'l Class: H01M000810 H01M000802

[52] ECLA:

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-164230

(P2000-164230A)

(43)公開日 平成12年6月16日(2000. 6. 16)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 M 8/02

H 0 1 M 8/02

R 5 H 0 2 6

B

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-337875

(71)出願人 000000011

(22)出願日 平成10年11月27日(1998. 11. 27)

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72)発明者 南 剛

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 梶尾 克宏

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72)発明者 津兼 豊秀

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

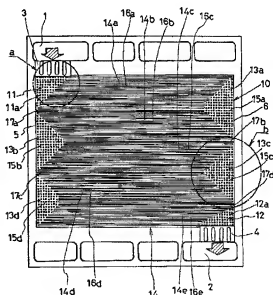
Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC04 CC08 CC10

(54)【発明の名称】 燃料電池用セパレータ及び燃料電池

(57)【要約】

【課題】 ガス及び凝縮水の滞留をなくし、電極との接触抵抗が小さくなる。

【解決手段】 ガスの通流溝10が入口3側に位置する入口側通流溝部11と出口4側に位置する出口側通流溝部12とそれらの間に位置する中間通流溝部14とからなり、該中間通流溝部14が一端側から他端側に直線状の溝で形成される独立通流溝部14a~14eと各端側で折り返す折り返し溝部13a~13dとからなり、該折り返し溝部が非連続な溝形状であり、該折り返し溝部と前記独立通流溝部の境界31、32から前記通流溝の端5、6までの距離が、前記独立通流溝部間に設けられた境界凸部17a~17dから離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする燃料電池用セパレータ及び燃料電池。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質を挟持する一対のガス拡散電極の該電解質と背向する一対の該ガス拡散電極の面に燃料ガスまたは酸化剤ガスからなる供給ガスをそれぞれの入口側から出口側へ導く通流溝が形成された一対の燃料電池用セパレータにおいて、少なくとも一方の前記燃料電池用セパレータの前記通流溝は、該入口側に位置する入口側通流溝部と該出口側に位置する出口側通流溝部とそれらの間に位置する中間通流溝部とからなり、該中間通流溝部は、一端側から他端側に直線状の溝で形成される独立通流溝部と各端側で折り返す折り返し溝部とからなり、該折り返し溝部が非連続な溝形状であり、該折り返し溝部と前記独立通流溝部の境界から前記通流溝の端までの距離が、前記独立通流溝部間に設けられた境界凸部から離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする燃料電池用セパレータ。

【請求項2】 前記入口側通流溝部が非連続な溝形状であり、該入口側通流溝部と前記独立通流溝部の境界から前記通流溝の端までの距離が、入口から離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項3】 前記出口側通流溝部が非連続な溝形状であり、該出口側通流溝部と前記独立通流溝部の境界から前記通流溝の端までの距離が、出口から離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項4】 前記非連続な溝形状が格子状溝であることを特徴とする請求項1ないし3記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項5】 前記格子状溝により形成される凸部が、四角形であることを特徴とする請求項4記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項6】 前記格子状溝により形成される凸部が、円形であることを特徴とする請求項4記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項7】 電解質を挟持する一対のガス拡散電極の該電解質と背向する一対の該ガス拡散電極の面に燃料ガスまたは酸化剤ガスからなる供給ガスをそれぞれの入口側から出口側へ導く通流溝が形成された一対の燃料電池用セパレータで挟持した単電池セルを多数積層した燃料電池において、少なくとも一方の前記燃料電池用セパレータの前記通流溝は、該入口側に位置する入口側通流溝部と該出口側に位置する出口側通流溝部とそれらの間に位置する中間通流溝部とからなり、該中間通流溝部は、一端側から他端側に直線状の溝で形成される独立通流溝部と各端側で折り返す折り返し溝部とからなり、該折り返し溝部が非連続な溝形状であり、該折り返し溝部と前記独立通流溝部の境界から前記通流溝の端までの距離が、前記独立通流溝部間に設けられた境界凸部から離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする燃料電

池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は燃料電池用セパレータ及び燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】 大気汚染をできる限り減らすために自動車の排ガス対策が重要になっており、その対策の一つとして電気自動車を使用されているが、充電設備や走行距離などの問題で普及に至っていない。

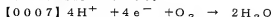
【0003】 燃料電池は、水素と酸素を使用して電気分解の逆反応で発電し、水以外の排出物がなくクリーンな発電装置として注目されており、前記燃料電池を使用した自動車は最も将来性のあるクリーンな自動車であると見られている。前記燃料電池の中でも固体高分子電解質型燃料電池が低温で動作するため自動車用として最も有望である。

【0004】 固体高分子電解質型燃料電池は、固体高分子電解質膜を二つのガス拡散電極で挟んで接合した接合体をセパレータで挟持した単電池セルによって構成される。燃料ガス、酸化剤ガスが、それぞれ燃料極、酸化剤極に供給され、電気化学反応により発電する。前記ガスは、セパレータに設けられたガス流路により供給される。ガスをいかに均一にガス拡散電極の電極面に供給するで、ガス利用率が決まり、発電効率及び出力特性に影響する。

【0005】 前記燃料極では燃料ガス中の水素が燃料極触媒に接触することにより下記の反応が生ずる。



H<sup>+</sup>は、電解質中を移動し酸化剤触媒に達し酸化剤ガス中の酸素と反応して水となる。



燃料極からのH<sup>+</sup>の移動に伴い水も移動するため燃料極に供給する燃料ガス中に水分を含ませて供給している。電解質が、固体高分子電解質膜の場合は、電解質の性能を維持するためにも、燃料ガスには上記の反応に必要な量以上の水分を含ませて供給し、酸化剤ガスにも水分を含ませて供給する必要がある。

【0008】 電極反応に使用された後の燃料ガス中には水分が残っている。酸化剤ガス中には、供給時に含ませた水分のほかに電極反応で生成する水分が含まれている。これらの水分の一部は凝縮してガス流路を塞ぐおそれがある。ガス流路の一部でも水で塞がれると、ガス流路の流路抵抗が上昇し、且つガスの分布を不均一にするため、燃料電池の発電性能が低下する。

【0009】 従来技術として、特開平10-106594号公報には、ガス流路である通流溝を入口側通流溝部、出口側通流溝部、中間通流溝部で構成し、該中間通流溝部を一端側から他端側に延びる直線部と各端側で折り返す曲線部で構成し、該曲線部及び前記入口側通流溝

部、前記出口側通流溝部が格子状溝になっている燃料電池用セパレータが開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来技術は、前記入口側通流溝部が格子状溝になっているので、供給されたガスが自由に移動し時間的に速く電極と接触してガス拡散性を高めることができ、前記出口側通流溝部が格子状溝になっているので、水の停滞を防止することができる。また、従来技術は前記中間通流溝部の直線部によって、ガスがムラなく流れて排水性を高め、かつ、流速が速くなるのでガス利用効率が向上できる。

【0011】更に、従来技術は、前記曲線部が格子状溝になっているので、該曲線部でのガス拡散性を維持したまま流路抵抗を低減することができる。即ち、従来技術は、ガス拡散性と出力性能の向上が可能である。

【0012】その上、従来技術は、ガス中の水蒸気が凝集し前記中間通流溝部の直線部の一部を塞いでも、前記曲線部でガスが迂回できるので、下流側の中間通流溝部にはガスが流れ、水づまりの影響を少なくすることができる。

【0013】しかしながら、従来技術は、前記入口側通流溝部、前記出口側通流溝部の一隅あるコーナ部、及び前記曲線部の通流溝部の二隅であるコーナ部が死角になって、ガスが滞留する問題がある。また、万一、ガス中の水蒸気が凝縮して水になり、ガス流通の死角になっている前記コーナ部に滞留したら、滞留したままの状態が続き、流路抵抗が大きくなり、ガスの分布が不均一になる問題点がある。

【0014】更に、前記入口側通流溝部、前記出口側通流溝部、及び前記曲線部は格子状溝であるので、電極との接触面積が小さく接触抵抗が大きいので、出力性能が小さくなる問題点がある。

【0015】図5は、従来技術の燃料電池用セパレータの曲線部付近の正面説明図である。52a、52bは中間通流溝部の一端側から他端側に延びる直線部である。前記直線部52aと52bは、境界凸部51により分かれている。50は、ガスが前記直線部52aから前記直線部52bに流通するときには折り返す曲線部である。該曲線部は、円形の凸部50aを持つ格子状溝である。

【0016】ガスが、前記曲線部50を流通するとき、前記直線部52a、52bに近い部分はガスの流通が良く、該直線部52a、52bから遠い部分はガスの流通が悪い。特にコーナ部50b、50cでは、ガスが滞留する問題がある。また、前記コーナ部50b、50cに凝縮水が来ると、滞留し続けて流路抵抗を大きくし、ガスの分布を不均一にする問題がある。

【0017】また、前記曲線部50では、前記凸部50aで電極と接触しているが、該凸部50aの面積が前記曲線部50に占める割合が小さいので、電極とセパレータの接触抵抗が大きくなる。この接触抵抗が大きくなる

割合はわずかであるが、多数のセパレータが積層されている燃料電池では、できる限り接触抵抗を小さくして出力性能を上げることが求められている。

【0018】本発明は上記課題を解決したもので、前記入口側通流溝部、前記出口側通流溝部及び前記曲線部にガス及び凝縮水が滞留する死角がなくガスの分布が均一であり、電極との接触抵抗が小さい燃料電池用セパレータを提供し、出力性能が高い燃料電池を提供する。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項1において詳述した技術的手段（以下、第1の技術的手段と称する。）は、電解質を挟持する一対のガス拡散電極の該電解質と背向する一対の該ガス拡散電極の面に燃料ガスまたは酸化剤ガスからなる供給ガスをそれぞれの入口側から出口側に導く通流溝が形成された一対の燃料電池用セパレータにおいて、少なくとも一方の前記燃料電池用セパレータの前記通流溝は、該入口側に位置する入口側通流溝部と該出口側に位置する出口側通流溝部とそれらの間に位置する中間通流溝部とからなり、該中間通流溝部は、一端側から他端側に直線状の溝で形成される独立通流溝部と各端側で折り返す折り返し溝部とからなり、該折り返し溝部が非連続な溝形状であり、該折り返し溝部と前記独立通流溝部の境界から前記通流溝の端までの距離が、前記独立通流溝部に設けられた境界凸部から離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする燃料電池用セパレータである。

【0020】上記第1の技術的手段による効果は、以下のようなものである。

【0021】即ち、前記折り返し溝部のコーナ部をなくし、かつ直線部の面積を大きくすることができるので、該折り返し溝部でのガス及び凝縮水の滞留をなくし、ガスの分布を均一にすることができる。また、前記折り返し溝部の電極との接触面積を大きくし接触抵抗を小さくすることができる。

【0022】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項2において詳述した技術的手段（以下、第2の技術的手段と称する。）は、前記入口側通流溝部が非連続な溝形状であり、該入口側通流溝部と前記独立通流溝部の境界から前記通流溝の端までの距離が、入口から離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータである。

【0023】上記第2の技術的手段による効果は、以下のようなものである。

【0024】即ち、請求項1と同様、前記入口側通流溝部のコーナ部をなくし、かつ直線部の面積を大きくすることができるので、該入口側通流溝部でのガス及び凝縮水の滞留をなくし、ガスの分布を均一にすることができる。また、前記入口側通流溝部の電極との接触面積を大きくし接触抵抗を小さくすることができる。

【0025】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項3において講じた技術的手段（以下、第3の技術的手段と称する。）は、前記出口側通流溝部が非連続な溝形状であり、該出口側通流溝部と前記独立通流溝部の境界から前記通流溝の端までの距離が、出口から離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池用セパレータである。

【0026】上記第3の技術的手段による効果は、以下のようである。

【0027】即ち、請求項1と同様、前記出口側通流溝部のコーナ部をなくし、かつ直線部の面積を大きくすることができるので、該出口側通流溝部でのガス及び凝縮水の滞留をなくし、ガスの分布を均一にすることができる。また、前記出口側通流溝部の電極との接触面積を大きくし接触抵抗を小さくすることができる。

【0028】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項4において講じた技術的手段（以下、第4の技術的手段と称する。）は、前記非連続な溝形状が格子状溝であることを特徴とする請求項1ないし3記載の燃料電池用セパレータである。

【0029】上記第4の技術的手段による効果は、以下のようである。

【0030】即ち、溝形状が単純であるので、流路抵抗を小さくし、ガスの分布を均一にすることができる。

【0031】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項5において講じた技術的手段（以下、第5の技術的手段と称する。）は、前記格子状溝により形成される凸部が、四角形であることを特徴とする請求項4記載の燃料電池用セパレータである。

【0032】上記第5の技術的手段による効果は、以下のようである。

【0033】即ち、前記格子状溝の加工が容易である効果を有する。

【0034】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項6において講じた技術的手段（以下、第6の技術的手段と称する。）は、前記格子状溝により形成される凸部が、円形であることを特徴とする請求項4記載の燃料電池用セパレータである。

【0035】上記第6の技術的手段による効果は、以下のようである。

【0036】即ち、前記凸部に角がないので、ガスの乱流の発生を小さくすることができるので、流路抵抗を小さくし、ガスの分布を均一にすることができる。

【0037】上記技術的課題を解決するために、本発明の請求項7において講じた技術的手段（以下、第7の技術的手段と称する。）は、電解質を挟持する一対のガス拡散電極の該電解質と背向する一対の該ガス拡散電極の面に燃料ガスまたは酸化剤ガスからなる供給ガスをそれぞれの入口側から出口側に通導する通流溝が形成された一対の燃料電池用セパレータで挟持した半電池セルを多数積

層した燃料電池において、少なくとも一方の前記燃料電池用セパレータの前記通流溝は、該入口側に位置する入口側通流溝部と該出口側に位置する出口側通流溝部とそれらの間に位置する中間通流溝部とからなり、該中間通流溝部は、一端側から他端側に直線状の溝で形成される独立通流溝部と各端側で折り返す折り返し溝部とからなり、該折り返し溝部が非連続な溝形状であり、該折り返し溝部と前記独立通流溝部の境界から前記通流溝の端までの距離が、前記独立通流溝部間に設けられた境界凸部から離れるにつれて小さくなっていることを特徴とする燃料電池である。

【0038】上記第7の技術的手段による効果は、以下のようである。

【0039】即ち、前記折り返し溝部でのガス及び凝縮水の滞留がなくガスの分布が均一であり、該折り返し溝部の電極との接触抵抗を小さいセパレータを使用しているので、出力性能の高い燃料電池ができる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について、図面に基いて説明する。

【0041】図1は、本発明の第1実施例の自動車用固体高分子電解質型燃料電池のセパレータの正面図である。前記燃料電池用セパレータは金属製であるが、カーボンなど導電性の材料なら他の材料でもかまわない。

【0042】前記燃料電池用セパレータの上部端にガス入口マニホールド1が、下部端にガス出口マニホールド2が設けられている。前記燃料電池用セパレータの中央部には、ガス拡散電極に供給するガスの流路である通流溝10が設けられている。前記通流溝10は、入口3を介して前記ガス入口マニホールド2と連結し、出口4を介して前記ガス出口マニホールド2と連結している。

【0043】前記通流溝10は、入口3側に位置する入口側通流溝部11と出口4側に位置する出口側通流溝部12とそれらの間に位置する中間通流溝部14から構成されている。該中間通流溝部14は、一端から他端側に直線状の溝で形成される独立通流溝部14a～14eと各端側で折り返す折り返し溝部13a～13dで構成されている。

【0044】前記入口側通流溝部11、出口側通流溝部12及び折り返し溝部13a～13dは、非連続な溝形状の一つである格子状溝であり、該格子状溝で形成される凸部11a、12a、15a～15dは円形の凸部である。前記独立通流溝部14a～14eには、直線状の凸部16a～16eが設けられている。前記凸部11a、12a、15a～15d、16a～16eがガス拡散電極に接触し、セパレータは該ガス拡散電極で発電された電気を集電する役割も担っている。

【0045】前記独立通流溝部14a～14eを互いに分離するために境界凸部17a～17dが設けられている。該境界凸部17a～17dにより、隣接する独立通

流溝部では逆方向にガスが流通する。このガスの逆方向への流通の折り返しを担っているのが前記折り返し溝部13a~13dである。

【0046】図2は、本発明の第1実施例の自動車用固体高分子電解質型燃料電池のセパレータの入口側流通溝部11付近aの正面説明図である。

【0047】該入口側流通溝部11と独立流通溝部14aの境界31から流通溝10の端5までの距離は、入口3から離れるにつれて小さくなっている。即ち、前記独立流通溝部14aの凸部16aは、入口3から離れるにつれて前記流通溝10の端5に近づくように延びている。前記入口側流通溝部11は、略直角三角形になっている。

【0048】ガス入口マニホールド1から入口3を通過して前記入口側流通溝部11に供給されたガスは、格子状溝を通過して前記独立流通溝部14aに供給される。前記入口側流通溝部11の入口から最も遠いところでは前記流通溝10の端5近くまで前記独立流通溝部14aが延びているので、コーナ部が存在せず、ガス及び凝縮水が滞留することがない。そのため、ガスの分布が均一である。また、前記独立流通溝部14aの凸部16aが延びているので、電極との接触面積が大きく、接触抵抗を小さくすることができる。

【0049】出口側流通溝部12も同様に、コーナ部がないのでガス及び凝縮水が滞留せず、ガスの分布が均一である。また、独立流通溝部14eの凸部16eが延びているので、接触抵抗を小さくすることができる。

【0050】図3は、本発明の第1実施例の自動車用固体高分子電解質型燃料電池のセパレータの折り返し溝部13c付近bの正面説明図である。

【0051】該折り返し溝部13cと独立流通溝部14cの境界32から流通溝10の端6までの距離は、独立流通溝部14cと独立流通溝部14dの間に設けられた境界凸部17cから離れるにつれて小さくなっている。即ち、独立流通溝部14c、14dの凸部16c、16dは、前記境界凸部17cから離れるにつれて前記流通溝10の端6に近づくように延びている。前記折り返し溝部13cは、略三角形になっている。

【0052】前記独立流通溝部14cから前記折り返し溝部13cに供給されたガスは、該折り返し溝部13c格子状溝を通過して前記独立流通溝部14dに供給される。前記折り返し溝部13cの境界凸部17cから最も遠いところでは前記流通溝10の端6近くまで前記独立流通溝部14c、14dが延びているので、コーナ部が存在せず、ガス及び凝縮水が滞留することがない。そのため、ガスの分布が均一である。また、前記独立流通溝部14c、14dの凸部16c、16dが延びているので、電極との接触面積が大きく、接触抵抗を小さくすることができる。

【0053】他の折り返し溝部13a、13b、13d

も同様である。

【0054】図4は、本発明の第2実施例の自動車用固体高分子電解質型燃料電池のセパレータの折り返し溝部付近の正面説明図である。流通溝20の中間流通溝部に、独立流通溝部23、24及び折り返し溝部21が設けられている。

【0055】前記独立流通溝部23、24と前記折り返し溝部21の境界33から前記流通溝20の端7までの距離は、前記独立流通溝部23と前記独立流通溝部24の間に設けられた境界凸部25から離れるにつれて小さくなっている。即ち、独立流通溝部23、24の凸部23a、24aは、前記境界凸部25から離れるにつれて前記流通溝20の端7に近づくように延びている。前記折り返し溝部21は、略半円形になっている。

【0056】前記独立流通溝部23から前記折り返し溝部21に供給されたガスは、該折り返し溝部21格子状溝を通過して前記独立流通溝部24に供給される。前記折り返し溝部21の境界凸部25から最も遠いところでは前記流通溝20の端7近くまで前記独立流通溝部23、24が延びているので、コーナ部が存在せず、ガス及び凝縮水が滞留することがない。そのため、ガスの分布が均一である。また、前記独立流通溝部23、24の凸部23a、24aが延びているので、電極との接触面積が大きく、接触抵抗を小さくすることができる。

【0057】

【発明の効果】以上のように、本発明は、電解質を挟持する一対のガス拡散電極の該電解質と背向する一対の該ガス拡散電極の面に燃料ガスまたは酸化剤ガスからなる供給ガスをそれぞれの入口側から出口側に導く流通溝が形成された一対の燃料電池用セパレータにおいて、少なくとも一方の前記燃料電池用セパレータの前記流通溝は、該入口側に位置する入口側流通溝部と該出口側に位置する出口側流通溝部とそれらの間に位置する中間流通溝部とからなり、該中間流通溝部は、一端側から他端側に直線状の溝で形成される独立流通溝部と各端側で折り返す折り返し溝部とからなり、該折り返し溝部が非連続な溝形状であり、該折り返し溝部と前記独立流通溝部の境界から前記流通溝の端までの距離が、前記独立流通溝部に設けられた境界凸部から離れるにつれて小さくなることを特徴とする燃料電池用セパレータ及び電解質を挟持したガス拡散電極を燃料電池用セパレータで挟持した燃料電池であるので、燃料電池用セパレータの前記入口側流通溝部、前記出口側流通溝部及び前記曲線部にガス及び凝縮水が滞留する死角をなくし、ガスの分布を均一にでき、電極との接触抵抗が小さいことができる、燃料電池の出力性能を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の自動車用固体高分子電解質型燃料電池のセパレータの正面図

【図2】本発明の第1実施例の自動車用固体高分子電解

質型燃料電池のセパレータの入口側通流溝部付近の正面説明図

【図3】本発明の第1実施例の自動車用固体高分子電解質型燃料電池のセパレータの折り返し溝部付近の正面説明図

【図4】本発明の第2実施例の自動車用固体高分子電解質型燃料電池のセパレータの折り返し溝部付近の正面説明図

【図5】従来技術の燃料電池用セパレータの曲線部付近の正面説明図

【符号の説明】

1…ガス入口マニホールド

2…ガス出口マニホールド

3…入口

4…出口

5、6、7…端

10、20…通流溝

11…入口側通流溝部

11a、12a、15a~15d、22…凸部

12…出口側通流溝部

13a~13d、21…折り返し溝部

14…中間通流溝部

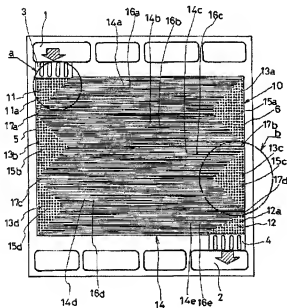
14a~14e、23、24…独立通流溝部

16a~16e、23a、24a…凸部

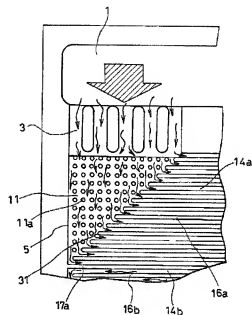
17a~17d、25…境界凸部

31~33…境界

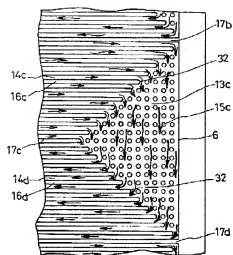
【図1】



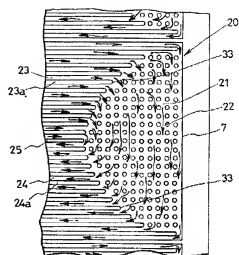
【図2】



【图3】



【图4】



【图5】

